

Рис. 2. Сравнение распределения температуры в крайних точках испарителя для разных объемов k заправленного теплоносителя, при плотности теплового потока $q=1,5 \text{ Вт/м}^2$

Библиографический список

1. Пиоро Л.С., Пиоро И.Л. Двухфазные термосифоны и их применение в промышленности / Л.С. Пиоро. Киев: Наукова думка, 1988. 135 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ С ЦЕЛЮ УМЕНЬШЕНИЯ РАСХОДА ПРИРОДНОГО ГАЗА

Горбунева Е.С., Понаморов М.М., Мурзадеров А.В., Картавцев С.В.

Магнитогорский государственный технический университет

ponamoremikhail@mail.ru; murzaderov1994@mail.ru; kartavzw@mail.ru

На российских промышленных предприятиях остро стоит проблема о снижении расхода природного газа и его рациональном использовании. Современная промышленность заинтересована в поисках решений этой проблемы. Одним из этих решений является регенерация безвозвратно теряемой теплоты, так как существует ряд установок, в которых температура дымовых газов около 1000°C и выше. Термохимическая регенерация в ряде случаев способна дать существенно больший энергосберегающий эффект, чем термическая регенерация. Тепловые параметры высокотемпературных теплотехнологических установок приведены в таблице.

Тип установки	Температура дымовых газов, $^\circ\text{C}$
Кузнечные камерные печи	1100-1200
Методические нагревательные печи	900-1100
Стекловаренные печи	1200-1350

Наиболее масштабными процессами являются нагрев металла в методических нагревательных печах, производство стекла и т.д.

Высокотемпературные установки (ВТУ) такие, как стекловаренные печи, характеризуются не только своим интенсивным энергопотреблением, но также выбросом горячих дымовых газов и низкой утилизацией энергии топлива. Вследствие этого были созданы энергосберегающие системы, основанные на термохимической регенерации (ТХР).

Для стекольной промышленности характерны высокие капитальные затраты, материало- и энергоемкость. На производство стекольного комплекса расходуется 7,9 % топлива, 13 % электроэнергии от общего потребления в промышленности, 21 % сырья и материальных ресурсов от общего их потребления в стране [1].

Крупные предприятия по выпуску стекла, например такие, как «Саратовстройстекло», «Салаватстекло» выпускают ежедневно до 1100 т продукции с высокой энергоемкостью. На производство стекла требуется природный газ до 200 м³/т (в среднем по фактическим отчетным данным 192,2 м³/т). При этом температура отходящих газов из рабочего пространства печи может достигать 1300 °С (см. таблица).

В этих условиях эффективным методом сокращения потребления природного газа так же, как и при нагреве металла [2], является химическая регенерация.

Энергосберегающая схема энергообеспечения стекловаренной печи включает в себя реактор паровой конверсии, собственное производство пара и воздушный рекуператор представлена на рисунке.

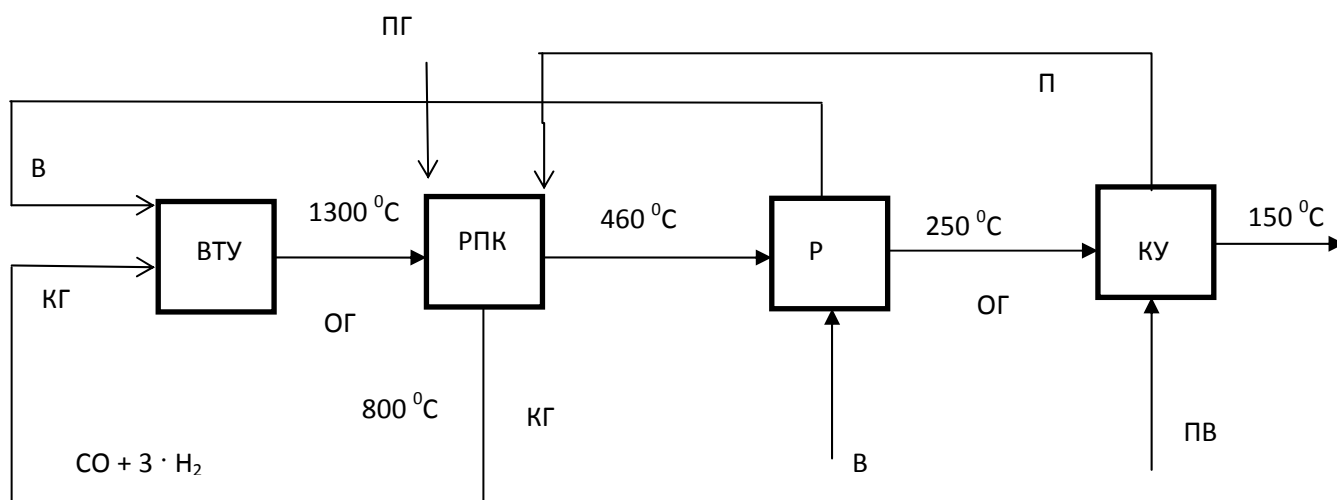


Схема ВТУ с ТХР теплоты отходящих дымовых газов за счет паровой конверсии метана:

ВТУ – высокотемпературная теплотехнологическая установка; РПК – реактор паровой конверсии; ПГ – природный газ; П – пар; ГВ – горячий воздух; КГ – конвертированный газ; ОГ – отходящие газы; Р – рекуператор; КУ – котел утилизатора; ПВ – питательная вода; В – воздух.

Данные по пароводяной конверсии природного газа взяты по [3]. В расчетах схемы определялись температуры газов за каждым теплообменником и полагаемое количество теплоты на каждой стадии теплообмена.

В результате расчетов установлено, что для сохранения теплового режима печи расход природного газа может быть уменьшен до 0,794 от первоначального, то есть на 20,5 %: с 192,2 до 152,6 м³/т (на 39,59 м³/т).

Таким образом, при годовом производстве предприятия 1100/сут (401 500 т/год), экономия природного газа может достичь 15,89 млн м³, что при цене природного газа 2 руб./ м³ составит величину до 31,79 млн руб.

Химическая регенерация в системе отопления природным газом открывает возможности значительного энергосбережения.

Библиографический список

1. Летягина Е.Н. Актуальность внедрения энергосберегающих технологий в стекольной промышленности // Промышленная энергетика, 2011, № 12. С. 18-20.
2. Горбунёва Е.С., Понаморов М.М., Мурзадеров А.В. Энергосбережение природного газа в системе химической регенерации / Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Екатеринбург: УрФУ, 2012. С. 249- 252.
3. Картавцев С.В. Природный газ в восстановительной плавке. СВС и ЭХА: Монография. Магнитогорск: МГТУ, 2000. 188 с.

ПОДБОР НАСТРОЕЧНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НАГРЕВА С ГРАНИЧНЫМИ УСЛОВИЯМИ ВТОРОГО РОДА С ПЕРЕМЕННЫМИ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ В ПАКЕТЕ ANSYS

Горбунова Е.А., Горбунов В.А.

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина, tevp@tvp.ispu.ru

При решении задач нагрева в различных САЕ-пакетах, в том числе и в Ansys, возникают проблемы определения величины настроечных коэффициентов (количество шагов по пространству и шагов по времени) при выполнении задач численным методом. Точное аналитическое решение для определения температурного поля при нагреве пластины с переменными теплофизическими свойствами получить достаточно сложно. Поэтому для сравнения влияния настроечных коэффициентов при численном решении задачи нагрева предлагается использовать метод семидискретизации.

Метод численных линий (MOL) используется в программе MathCAD в виде встроенной функции Pdesolve. Он заключается в дискретизации по пространственной координате x , но остается исходное непрерывное представление для временной переменной [1]. Для повышения точности решения задача решалась в MathCAD с большим количеством шагов по пространству и по времени.

Для дальнейшего анализа влияния настроечных коэффициентов на моделирование нагрева с граничными условиями второго рода с переменными теплофизическими свойствами в пакете Ansys выбран метод на основе нейросетей